

Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos de la Sardina

Atlántica Europea

(Sardina pilchardus)



Begoña Villamor, Isabel Riveiro, Isabel Loureiro, María Sanchez

Proyecto BIOPEL, Junio 2016



Formato recomendado con fines de citación:

Villamor, B., Riveiro, I., Loureiro, I., Sanchez, M. 2016. Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos de la Sardina (*Sardina pilchardus*) Atlántica Europea. Documento Interno del IEO, Proyecto BIOPEL. Repositorio del IEO.

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Breves notas biológicas	5
3. Estructura típica de los otolitos de sardina	6
4. Protocolo (ICES WKARAS 2011)	7
5. Dificultades de interpretación	9
5.1 Identificación del primer anillo anual.....	9
5.2 Crecimiento estacional del otolito e identificación del tipo de borde	11
6. Control de calidad de las lecturas de edad.....	12
7. Colección de Referencia	12
7.1 Golfo de Cádiz (IXa Sur)	13
7.2 Costas portuguesas (Sub-divisiones IXa sur, Centro y Norte).....	16
7.3 Mar cantábrico (Division VIIIc).....	20
7.4 Sur del Golfo de Vizcaya (Division VIIIb)	24
7.5 Norte del Golfo de Vizcaya (Division VIIa)	28
8. Referencias	32

1. Introducción

La determinación de la edad de los organismos marinos requiere un continuo proceso de mantenimiento de la consistencia del criterio de interpretación de cada lector de edad y de los lectores de edad de los diversos laboratorios entre sí (Panfili et al., 2002). El objetivo final de todo el trabajo de interpretación de la edad es establecer métodos que sean exactos, precisos y prácticos, de modo que puedan usarse rutinariamente en la interpretación de la edad de numerosas muestras necesarias para la evaluación de las especies marinas explotadas (Panfili et al., 2002).

Este manual tiene como objetivo describir los métodos para la determinación de la edad anual de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792). Las técnicas para la determinación de la edad en estructuras calcificadas de especies pelágicas y bentónicas (disección, preparación y métodos) en el área del ICES (aguas atlánticas europeas) se han descrito recientemente en un manual publicado tanto en inglés como en castellano (Villamor et al., 2015; 2016). Este nuevo manual que presentamos aquí se centra solo, pero en mayor profundidad, en los criterios utilizados y estandarizados a nivel europeo para la interpretación de los anillos de crecimiento anual en los otolitos (lectura de otolitos) de la sardina Atlántica Europea. Este manual tiene como finalidad servir de referencia para los lectores de edad de la sardina en los laboratorios del IEO y pretende también ser una guía para el entrenamiento de los nuevos participantes (lectores) en la determinación de la edad en los otolitos de sardina, para suplementar y complementar el entrenamiento que reciben del lector experto asignado para entrenarlos. También pretende ser una guía dinámica, que pueda cambiar a medida que sean introducidos nuevos criterios de interpretación tras ser evaluados y adoptados a nivel europeo. Este manual se basa en los últimos intercambios, talleres y publicaciones sobre la determinación de la edad de la sardina (ICES, 2005; 2011). También se hace referencia a la biología de la especie ya que es fundamental tener conocimiento de ella para poder interpretar los otolitos con mayor precisión.

2. Breves notas biológicas

La Sardina se distribuye en el Atlántico nororiental desde el Mar Céltico y el sur del Mar del Norte a Mauritania y Senegal, y también a través del Mar Mediterráneo occidental y septentrional (Parrish et al., 1989). Dentro de las aguas atlánticas europeas, la sardina se pesca principalmente en las aguas costeras de la Península Ibérica por los cerqueros españoles y portugueses, en el Golfo de Vizcaya por los cerqueros y arrastreros (ICES, 2007) y en el Canal de la Mancha por redes de deriva (Culley, 1971).

Para objetivos de gestión, se considera que la sardina de las aguas de la Península Ibérica (Divisiones VIIIc y IXa del ICES) es un stock separado de la sardina en las zonas más hacia el norte (áreas VII y VIIIab del ICES) (ICES, 2010).

La sardina es ponedora parcial y de fecundidad indeterminada (Ganias et al., 2007). El principal periodo de puesta es entre octubre y junio (pico de diciembre a marzo), con un gradiente

latitudinal en la duración y en el pico de puesta, i. e. en el Sur mayor duración y con el pico de puesta más temprano. En las aguas portuguesas, la duración de la época de puesta es de 5-7 meses y el pico varía entre diciembre y febrero (Nunes et al., 2011). Desde el oeste de la Península Ibérica hasta el norte de Francia, el pico de puesta se desplaza progresivamente hacia finales de primavera y en el Canal de la Mancha hay un doble pico claro, con los principales períodos de puesta en primavera / verano y de nuevo en el otoño (Southward et al., 1988 ; Solá et al., 1992; Stratoudakis et al., 2007).

El crecimiento es fuertemente estacional, ocurriendo principalmente fuera de la época de puesta. El crecimiento en longitud es mayor a finales de la primavera y en verano. La condición corporal y el contenido en grasa tienen sus mayores valores a principios de otoño (cuando el desove se reduce), y los valores más bajos se observan a finales de invierno / principios de la primavera cuando finaliza la puesta (Bandarra et al., 1997; Nunes et al., 2011). En la región Ibérica y Golfo de Vizcaya, la sardina crece desde 15.3 cm a la edad de 1 año hasta a 23.0 cm a la edad de 10 años. Los incrementos anuales del crecimiento disminuyen un 64% en cada edad sucesiva de tal manera que los individuos alcanzan el 67% y el 90% de su longitud máxima en las edades 1 y 4 años respectivamente (Silva et al., 2008).

Hay una disminución del crecimiento de norte a sur que resulta en una variación clinal en la longitud máxima y en la talla por edad (Andreu y Plaza, 1962; Silva et al, 2008). Estas variaciones geográficas son generalmente suaves, pero dan lugar a diferencias sustanciales cuando se comparan zonas distantes: por ejemplo, en las edades jóvenes, las sardinas procedentes de Francia son más grandes que las del norte de Portugal (2 cm), y estos últimos son más grandes que las del Golfo de Cádiz (1 cm). Hay trayectorias divergentes del crecimiento por sexos, sin embargo la diferencia en la talla es pequeña hasta los 6 años de edad (Silva et al., 2008).

3. Estructura típica de los otolitos de sardina

La estructura típica del otolito refleja el crecimiento somático de los peces (Figura 1); hay un amplio centro opaco, un primer anillo translúcido claro, seguido de una rápida disminución de la anchura de los anillos opacos y translúcidos.

Durante el período juvenil (longitud estándar \approx 40 a 120 mm, edad \approx 50-250 días), el otolito crece de forma no lineal y la relación entre el tamaño del otolito y el pez se adapta bien a un modelo de crecimiento Von Bertalanfy (Meneses, 2003). Hasta donde se sabe, no se ha investigado el crecimiento de los otolitos de sardinas adultas en la zona Ibérica; de la estructura de los otolitos, el principal eje de crecimiento del otolito se inclina hacia el área posterior dorsal como crecen los peces. La claridad de los otolitos de sardina disminuye en la aguas del Atlántico de norte a sur, debido a la disminución de contraste entre las zonas opacas y translúcidas y por la aparición de falsos anillos.

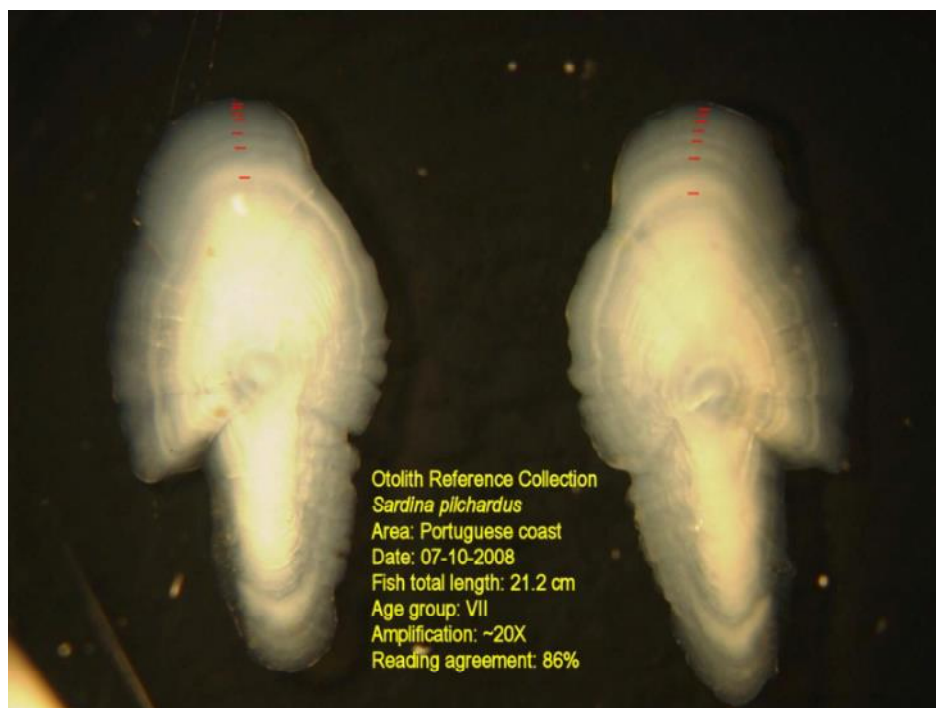


Figura 1. Otolito de sardina mostrando el patrón de crecimiento. (ICES WKARAS, 2011)

No se ha validado la edad absoluta basado en los anillos anuales de crecimiento en la mayoría de las áreas de la distribución de la sardina. Sin embargo, la periodicidad de las zonas de crecimiento de otolitos ha demostrado ser anuales en el noroeste de España y Portugal a partir de estudios de la evolución mensual del borde del otolito (Jorge y Monteiro, 1980; Álvarez y Porteiro, 1981) o el análisis de frecuencia de tallas (Perterra y Morales- Nin, 1989). Las edades relativas validadas con el análisis del incremento marginal fueron de 0-5 años de edad.

La convención de la fecha de nacimiento (1 de Enero) coincide en la mitad de la época de puesta en las zonas desde el oeste hasta el sur de Iberia, pero se observa un retraso de 3-5 meses en relación con el pico de puesta en las zonas del Atlántico norte (desde el Canal de la Mancha hasta el Mar Cantábrico) (Coombs et al, 2006; Stratoudakis et al, 2007).

4. Protocolo (ICES WKARAS 2011)

Observación: lupa binocular. También en algunos casos y para toma de medidas biométricas, la edad se estima de la lectura de imágenes digitales.

Iluminación: luz reflejada utilizando iluminadores de fibra óptica

Aumentos: 20X, las zonas opacas son visibles de color blanco y las zonas hialinas oscuras (Figura 1). Puede servir de ayuda el incrementar los aumentos cerca del borde del otolito para mejorar la discriminación de los anillos estrechos en los individuos de mayor edad. Cuando se

hace esto hay que tener en cuenta que se está aumentando la imagen y puede confundir la aparición de anillos falsos al incrementar los aumentos.

Eje de lectura: Se cuentan los anillos translúcidos (hialinos), preferiblemente, en la parte posterior del otolito (*post-rostrum*), donde los anillos anuales son generalmente más claros y el crecimiento del otolito es mayor. (Figura 2)

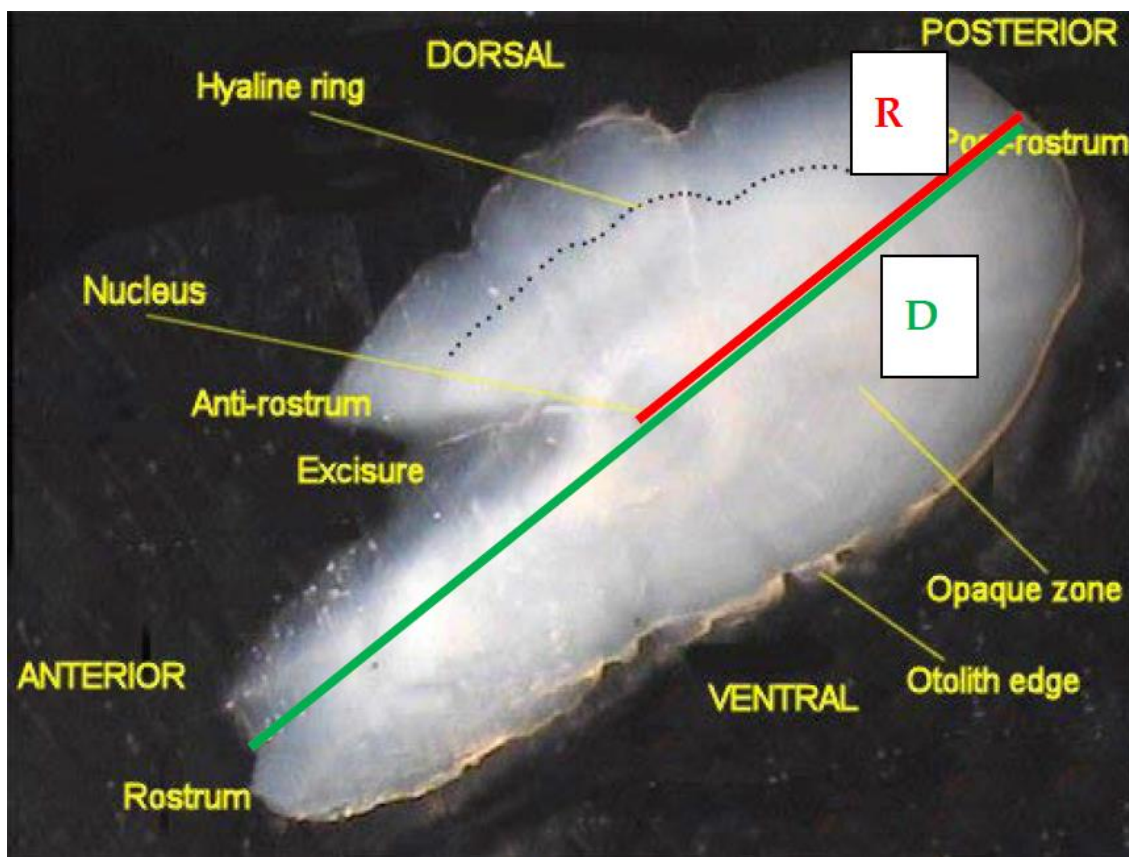


Figura 2. Principales estructuras del otolito de sardina (ICES WKARAS, 2005 y 2011). Las líneas muestran el eje de medida del Diámetro (D) y Radio (R) del otolito/anillo

Criterios para la determinación de la edad anual: Se siguen los recomendados en ICES, 2011:

- La fecha del cumpleaños se considera el 1 de enero.
- Se asume que esta especie forma cada año una zona hialina y una zona opaca. La formación de las dos zonas tiene lugar durante un año.
- Un anillo se debe seguir en todo el otolito, tanto en el otolito entero como en el otolito cortado.
- En general, la anchura de zonas anuales consecutivas decrece con el incremento de la edad.
- Para un pez capturado en la primera parte del año (previo al período de crecimiento, es decir, la formación de zona opaca), la edad corresponde al número de zonas hialinas presentes en los otolitos (incluyendo el borde). Para un pez capturado en la segunda parte del año (después de la formación de zonas opacas) la edad corresponde al

número de zonas hialinas completamente formadas (es decir, el borde hialino no se cuenta). Se deben utilizar fechas diferentes, de acuerdo con la edad del pez, para guiar la transición de la primera a la segunda parte del año:

- a) 1 º de junio para individuos de 0-1 años de edad;
- b) 1 º de julio para individuos de dos años de edad;
- c) 1 º de agosto para individuos ≥ 3 años de edad.

Las fechas anteriores se deben utilizar de una manera flexible, teniendo también en cuenta la anchura del borde translúcido y el patrón de crecimiento global del otolito.

- Se utiliza un diámetro de referencia de ≈ 2 mm (radio ≈ 1 mm) para guiar la identificación del primer anillo anual. Esta referencia se debe utilizar de una manera flexible, ya que el diámetro del primer anillo anual es proporcional al crecimiento de los peces.
- Teniendo en cuenta los estudios de validación de anillos diarios en larvas de sardina (Alemany & Alvarez, 1994) y de la corroboración de un falso anillo (*check*) formado antes del primer anillo de invierno, se recomienda medir el primer anillo translúcido y todos aquellos anillos que se encuentren desde el núcleo a una distancia menor de 1000 μ m (1 mm) deben ser considerados como *checks*.

5. Dificultades de interpretación

Las principales discrepancias en la determinación de la edad de la sardina son la identificación del primer anillo anual y el tipo de borde del otolito. En el último taller (ICES WKARAS, 2011) se discutieron dos problemas relacionados con el tipo de borde: a) la dificultad para identificar el tipo de borde (hialino u opaco), b) La variación en la estacionalidad del tipo de borde.

5.1 IDENTIFICACION DEL PRIMER ANILLO ANUAL

Los desacuerdos en la identificación del primer anillo anual son a menudo causados por la aparición de un primer anillo translucido, amplio y claramente marcado por todo el otolito (Figura 3). Este anillo aparece un poco más cerca del núcleo que lo normal, pero aparte de eso no viola sustancialmente el patrón de crecimiento esperado. Parte de los lectores consideraría este anillo un *check* (falso anillo) ya que utilizan un determinado diámetro (2 mm, a aumentos 20X) como una medida para ayudar a identificar el primer anillo. Otros lectores si no usan tal medida, considerarían este primer anillo como anual. Estos últimos lectores, por ejemplo podrían interpretar este anillo como un verdadero anillo de invierno para una sardina nacida en la época de desove de otoño.

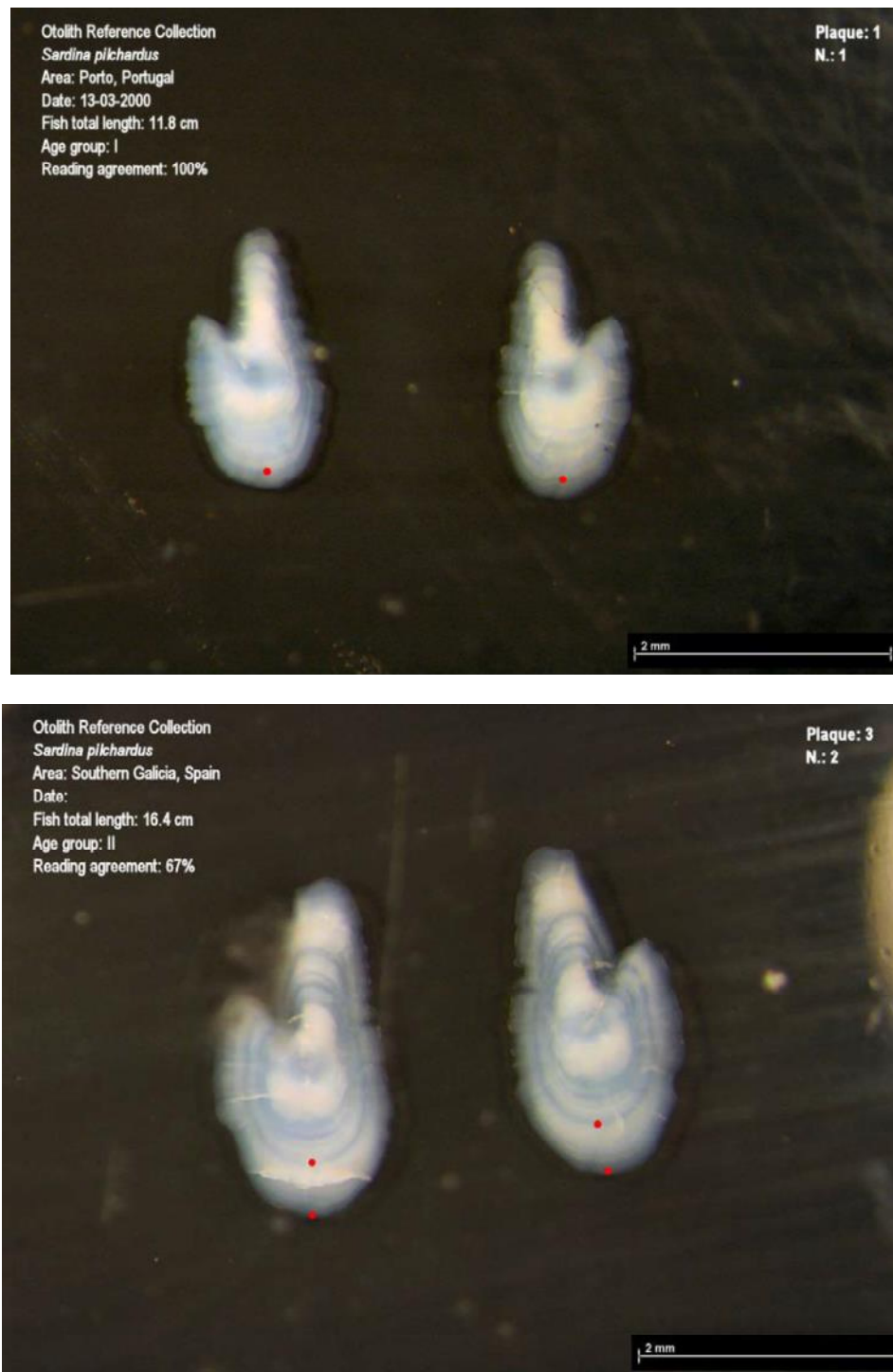


Figura 3. Ejemplos del primer anillo anual verdadero y el primer anillo falso.

Se han realizado diferentes estudios, y en general los resultados disponibles hasta ahora no aclaran totalmente la incertidumbre sobre el primer anillo anual (ICES WKARAS, 2011). Aunque, teniendo en cuenta los estudios de validación de anillos diarios en larvas de sardina (Alemany & Alvarez, 1994) y de la corroboración de un falso anillo (*check*) formado antes del primer anillo de invierno, se recomienda medir el primer anillo translúcido y todos aquellos anillos que se encuentren a una distancia menor de 1000 μm deben ser considerados como *checks*.

5.2 CRECIMIENTO ESTACIONAL DEL OTOLITO E IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE BORDE

De acuerdo con el protocolo de la lectura de la edad, un borde hialino se cuenta como un anillo anual en el primer semestre pero no en el segundo semestre, es decir, en el primer semestre, el crecimiento hialino visible en el borde se supone que se depositó durante el invierno pasado, en el segundo semestre se supone que corresponden a la llegada del invierno lo que significa que el crecimiento opaco ya ha tenido lugar.

Si los bordes opacos son difíciles de observar y el protocolo se sigue estrictamente, todos los peces disminuyen 1 año, de junio a julio. En el caso de los peces más jóvenes (0-1 años de edad), esto no es un problema ya que la regla se ajusta bastante bien a su patrón de crecimiento de los otolitos. Sin embargo, si en las sardinas de mayor edad se forma el borde opaco en la última parte del año, al igual que en varios otros clupeidos (por ejemplo, el espadín del Báltico y el arenque, el ICES, 2008a, 2008b; Anchoa, ICES, 2009b) disminuirán artificialmente 1 año a partir junio-julio y aumentarán 1 año en algún momento entre julio y diciembre después de la formación del borde opaco. Como consecuencia, la estructura de edad podría estar sesgada.

Con respecto al primer problema, la claridad del borde disminuye con la edad de la sardina; es relativamente sencillo identificar el borde en la edad 0 y 1, pero la dificultad aumenta rápidamente en las edades mayores debido a un estrechamiento drástico de los anillos, sobre todo de las bandas opacas que reflejan la desaceleración del crecimiento. Además, la claridad del borde varía entre años.

Los patrones del borde difieren con la edad entre las zonas de Portugal y en el Golfo de Vizcaya (WKARAS, 2011). En las zonas portuguesas, en general, la variación es gradual durante los meses para las diferentes edades: la proporción mínima de bordes hialinos tiene lugar alrededor de junio para los de edad 1, julio para los de edad 2 y agosto para los de las edades 3 y 4. En el Golfo de Vizcaya, el patrón del borde cambia sustancialmente entre la edad 1 y las edades restantes: para los de 1 año de edad, la proporción hialina declina abruptamente alrededor de mayo y se mantiene cerca de cero hasta septiembre, mientras que en las edades 2-4 años sigue siendo alta la mayor parte del año y alcanza valores mínimos en julio-agosto.

Así, para la sardina se deben utilizar fechas diferentes, de acuerdo con la edad del pez, para guiar la transición de la primera a la segunda parte del año:

- a) 1^o de junio para individuos de 0-1 años de edad;
- b) 1^o de julio para individuos de dos años de edad;
- c) 1^o de agosto para individuos ≥ 3 años de edad.

Se debe considerar también el tamaño (anchura) del bode hialino para decidir sobre su formación, es decir, para decidir si se corresponde con el pasado invierno o con el próximo invierno. Esto implica una aplicación flexible de la regla del "borde"

6. Control de calidad de las lecturas de edad

La interpretación y conteo de los anillos de crecimiento (lectura de edad) en cada otolito se realiza dos veces, en ocasiones separadas. Las lecturas para un otolito dado se aceptan sólo si resultan coincidentes en las dos ocasiones. Si existen discrepancias entre las dos lecturas se realiza una tercera. Otolitos difíciles de interpretar se descartan.

Además de la edad estimada, también se asigna una calidad (o credibilidad) de la interpretación de la edad, de acuerdo al “3 point grading system” recomendado en WKNARC (ICES, 2011a y 2013). Se distinguen 3 posibles resultados de calidad de la interpretación (AQ):

- **AQ1. Otolitos fáciles de leer**, cuya interpretación no resulta dudosa en una primera lectura. La edad estimada se considera como la edad final del individuo;
- **AQ2. Otolitos difíciles de leer**, cuya interpretación resulta dudosa en una 1ª lectura y que hay examinarlos nuevamente. Si la edad estimada en la 2ª lectura es la misma que en la 1ª, se asigna dicha edad como edad final del individuo. Si persisten las dudas entre las dos edades, se lee una 3ª vez, asignándose la edad más frecuente de las tres o bien dejándose la edad con dos valores (ej. 5/4). De cara a la elaboración de las claves talla-edad, estos otolitos cuya interpretación presenta dudas entre dos edades, se asigna como perteneciente a la edad que presente una cierta mayor confianza (que es el valor situado en primer lugar de los dos, ej. 5 para la edad 5/4);
- **AQ3. Otolitos cuya interpretación es prácticamente imposible** o muy dificultosa, con dudas entre 3 edades o más. Esos otolitos son excluidos de análisis posteriores.

7. Colección de Referencia

A continuación se muestran imágenes de otolitos de referencia por áreas y edad, tomados del último taller de edad de sardina (ICES WKARAS, 2011).

7.1 GOLFO DE CADIZ (IXA SUR)

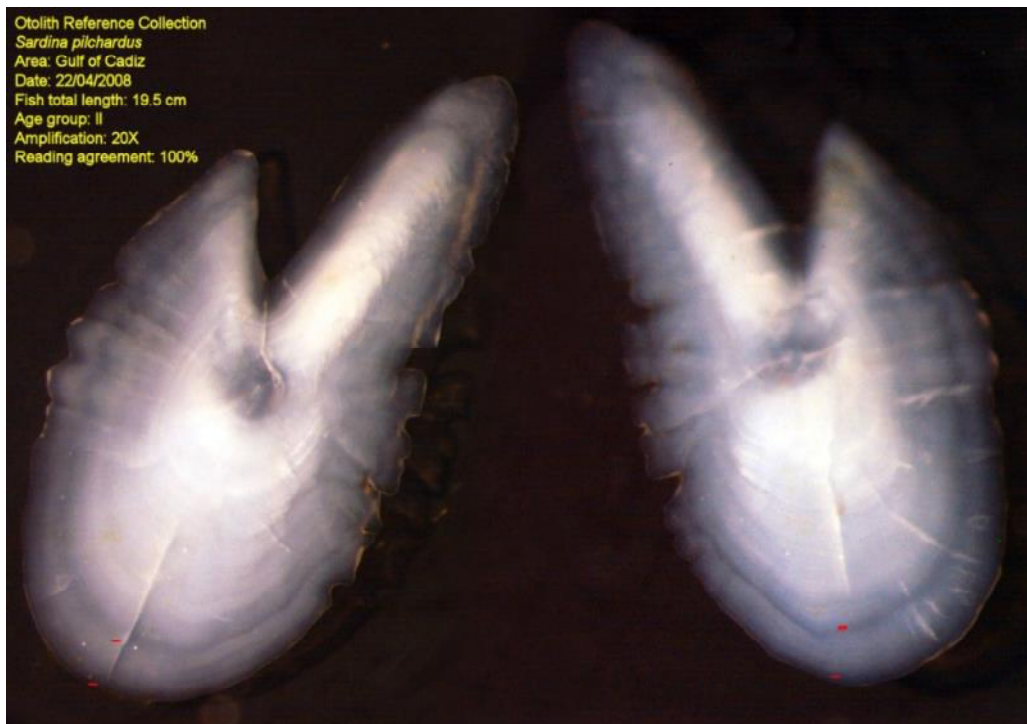
EDAD 0



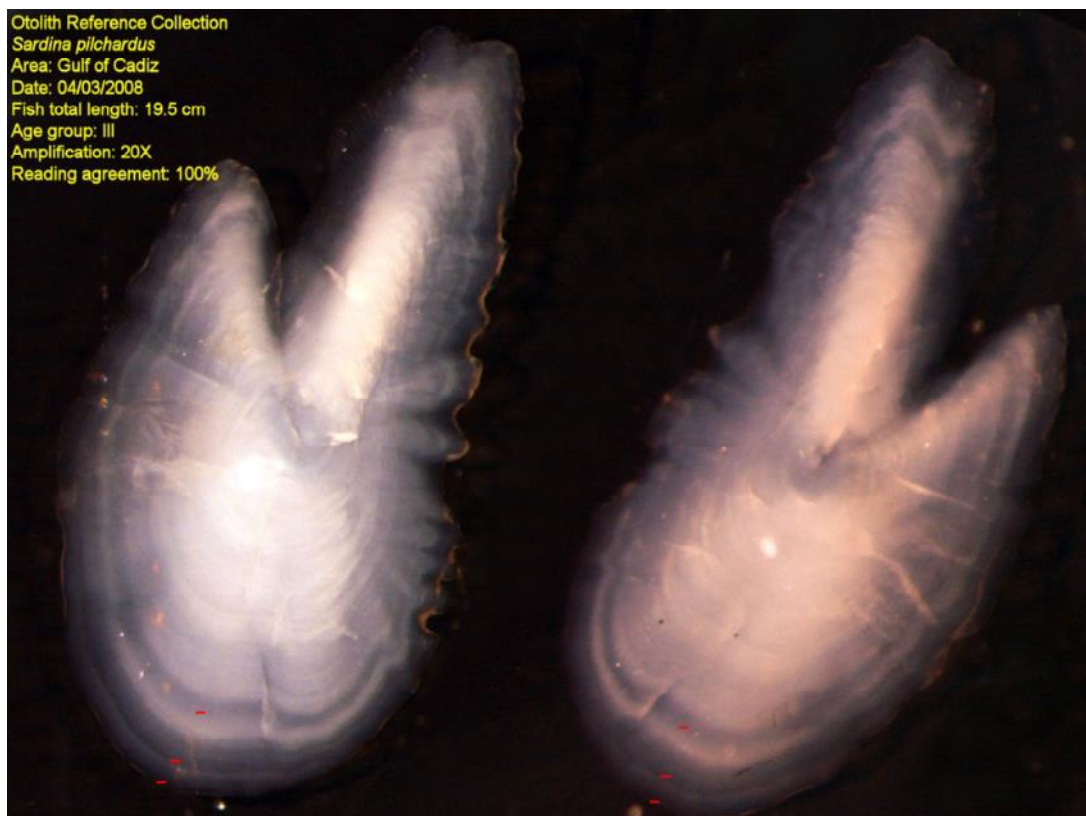
EDAD 1



EDAD 2



EDAD 3



EDAD 4

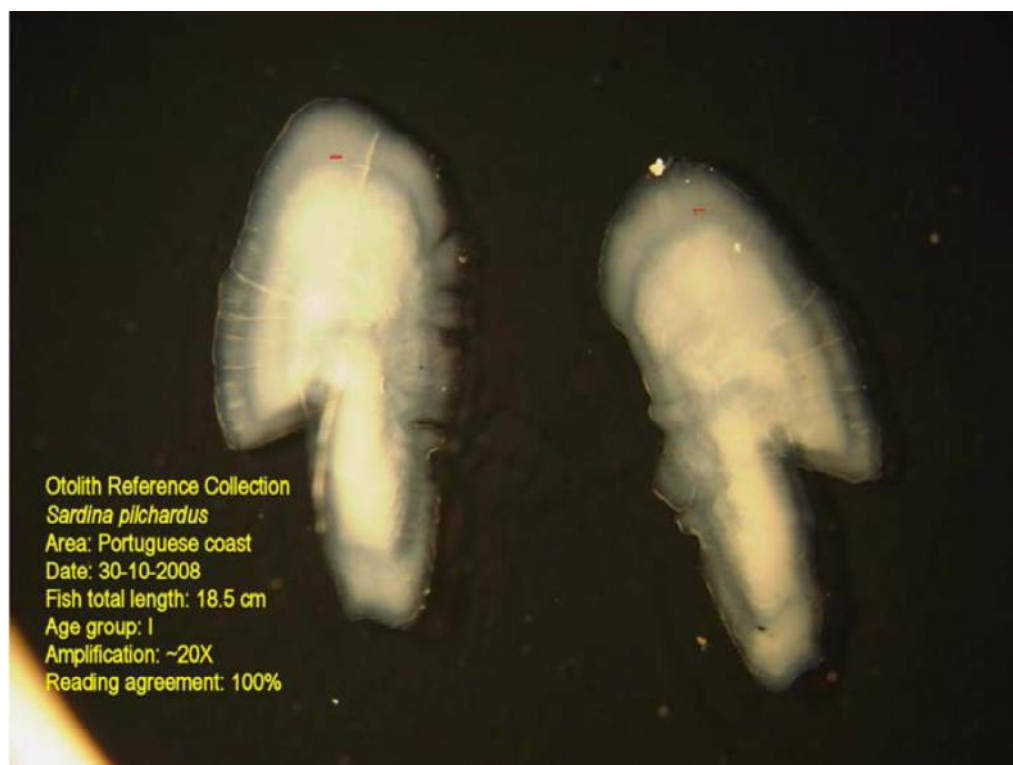


7.2 COSTAS PORTUGUESAS (SUB-DIVISIONES IXA SUR, CENTRO Y NORTE)

EDAD 0



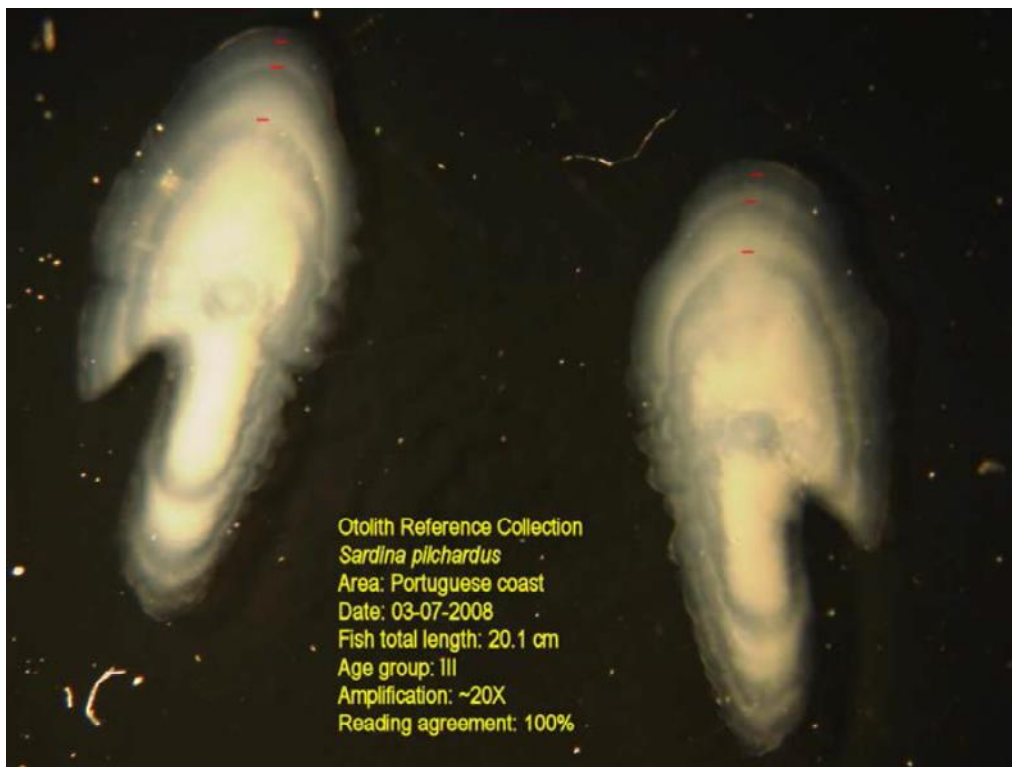
EDAD 1



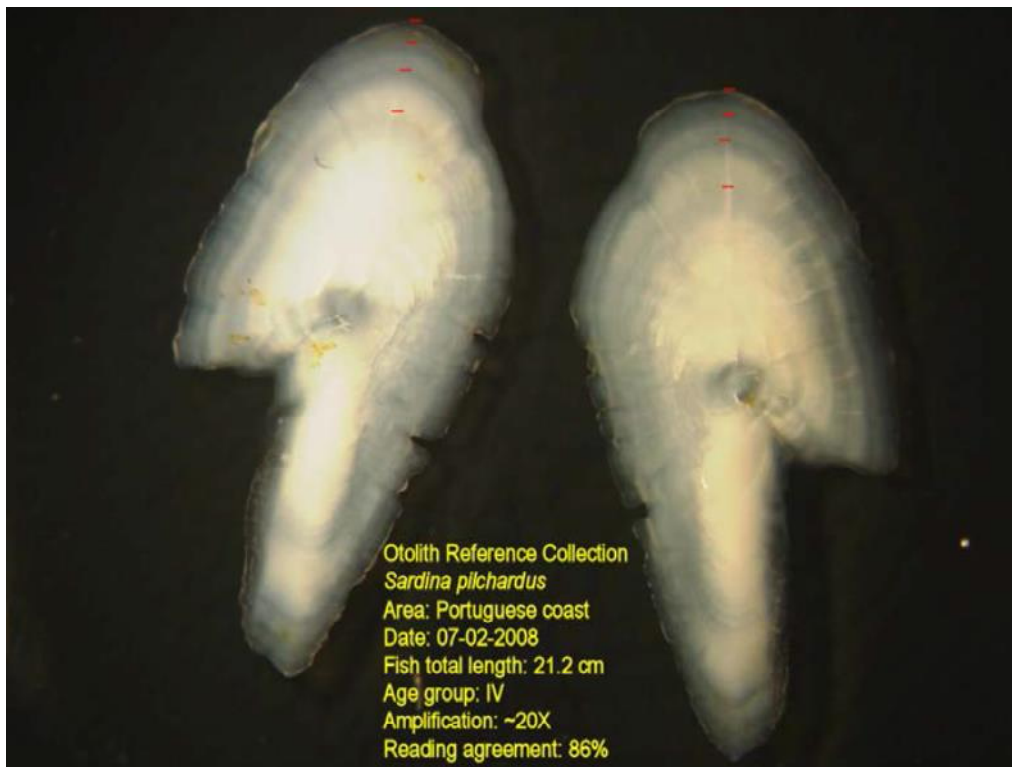
EDAD 2



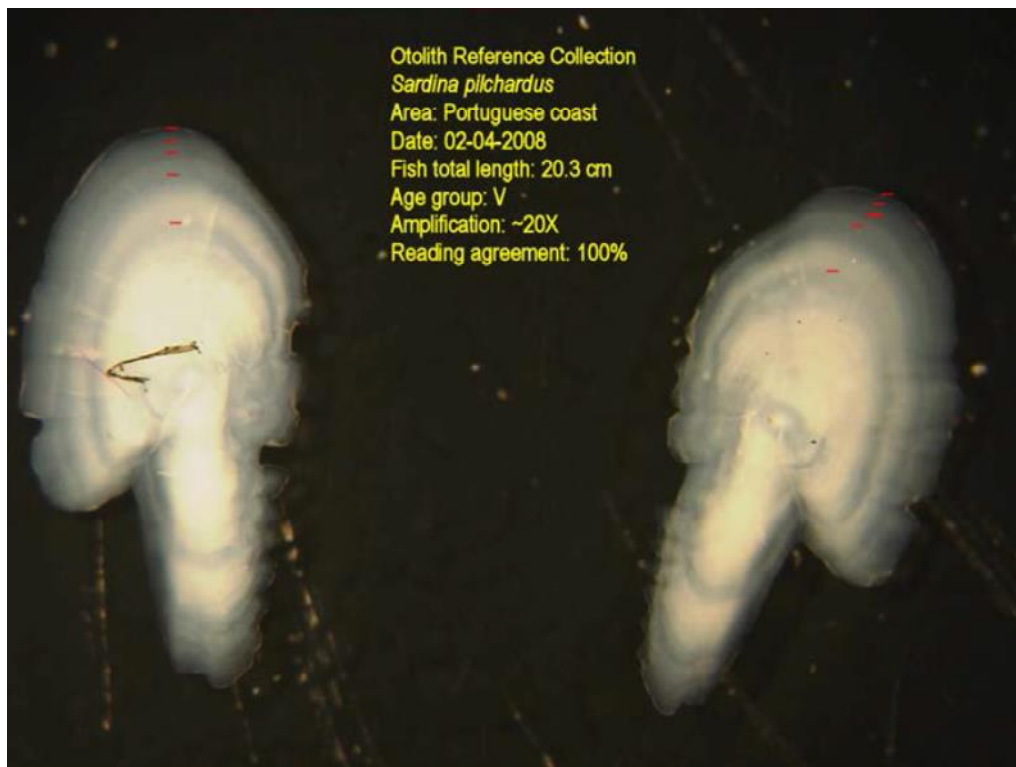
EDAD 3



EDAD 4



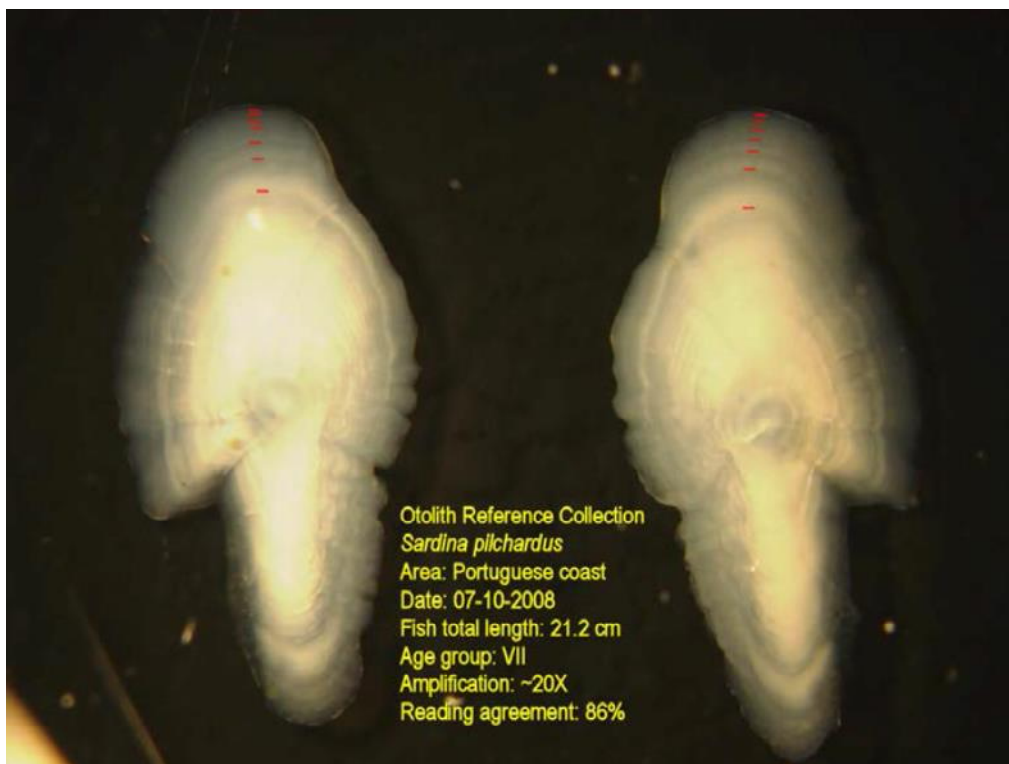
EDAD 5



EDAD 6

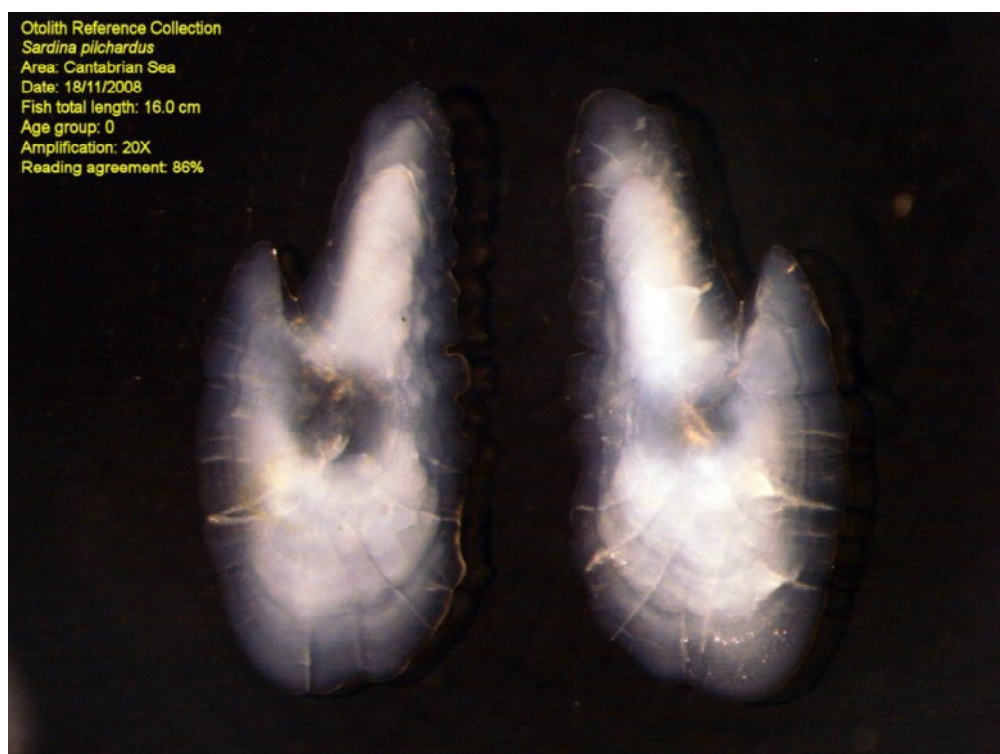


EDAD 7

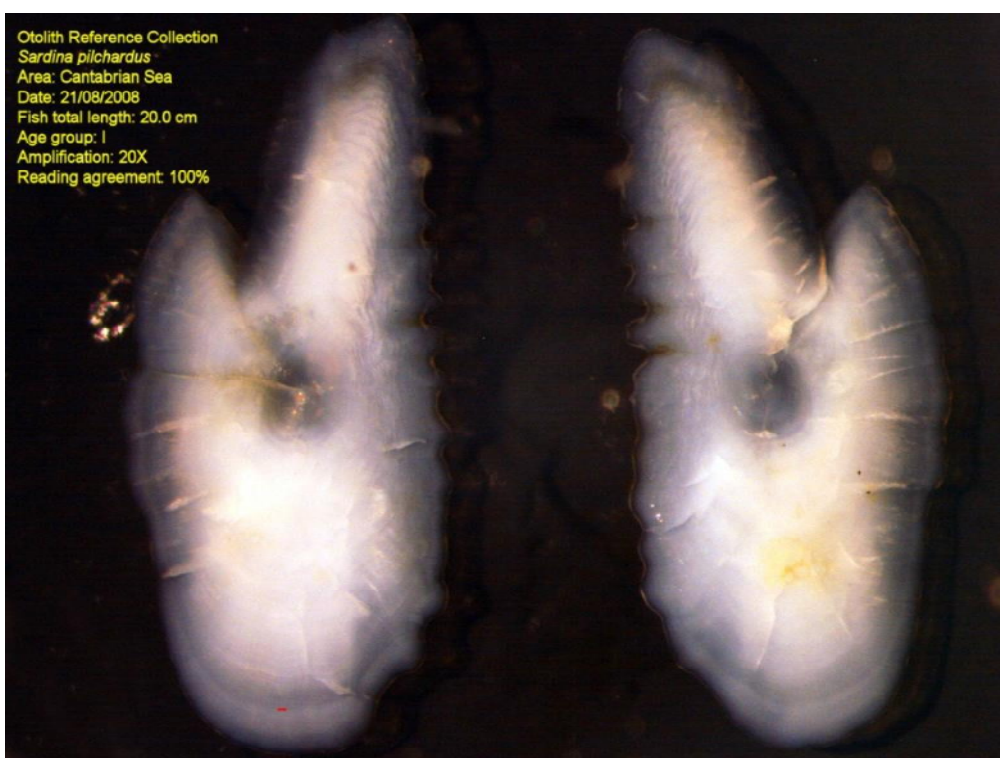


7.3 MAR CANTABRICO (DIVISION VIIIC)

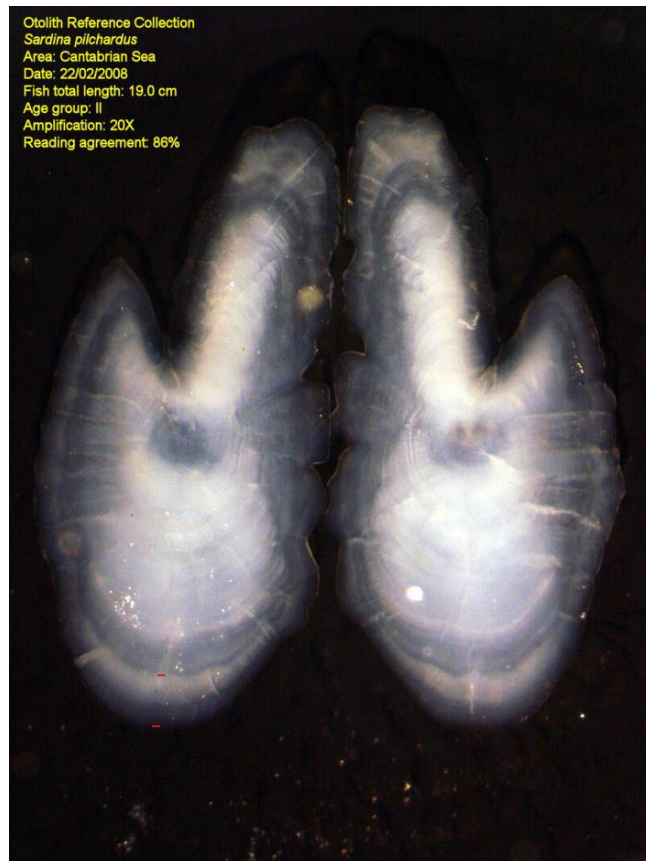
EDAD 0



EDAD 1



EDAD 2



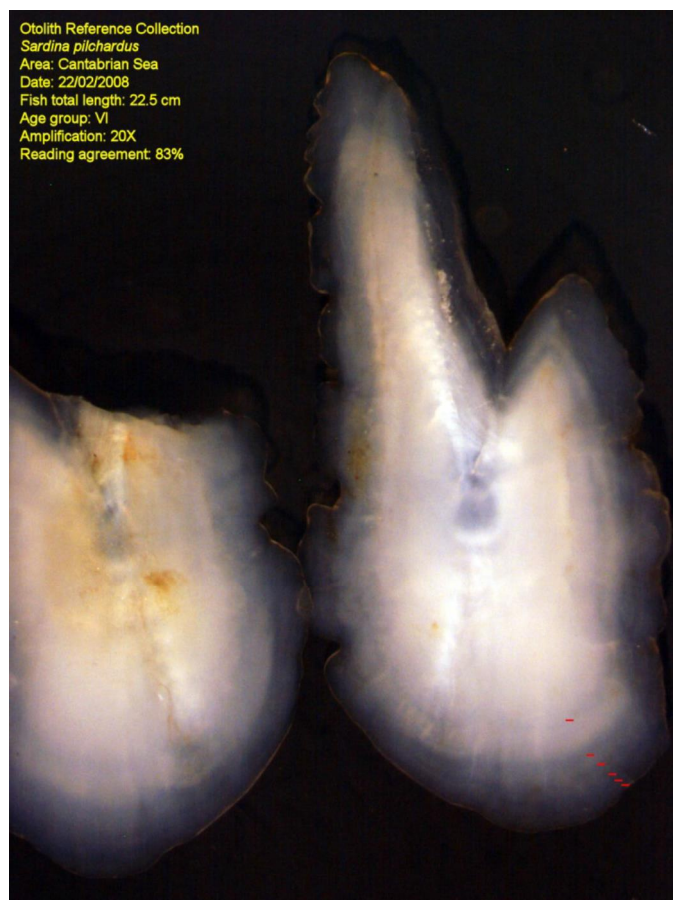
EDAD 4



EDAD 5



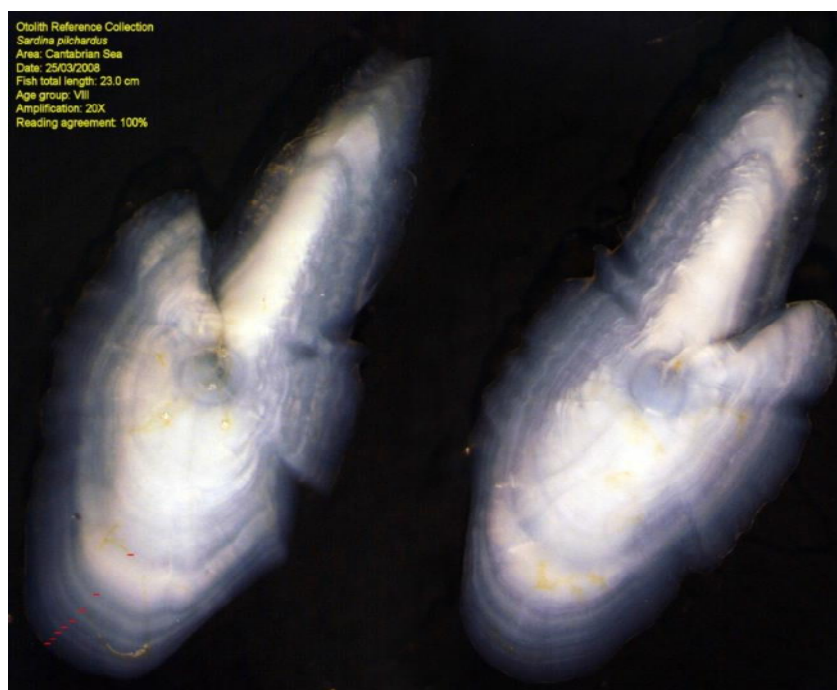
EDAD 6



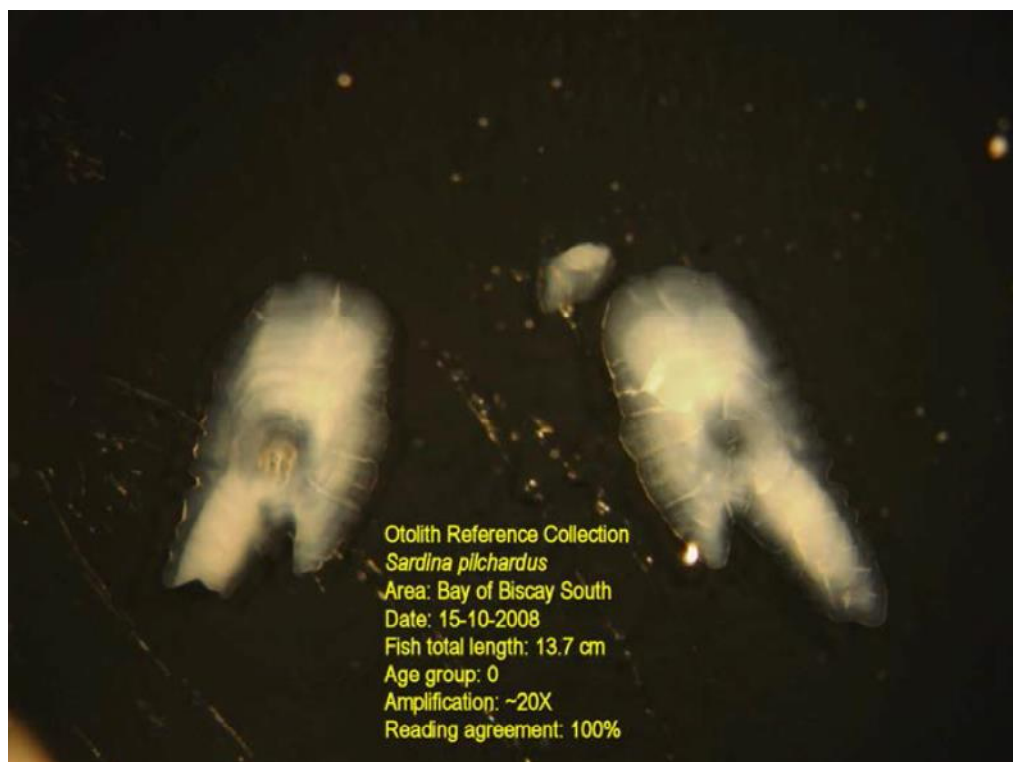
EDAD 7



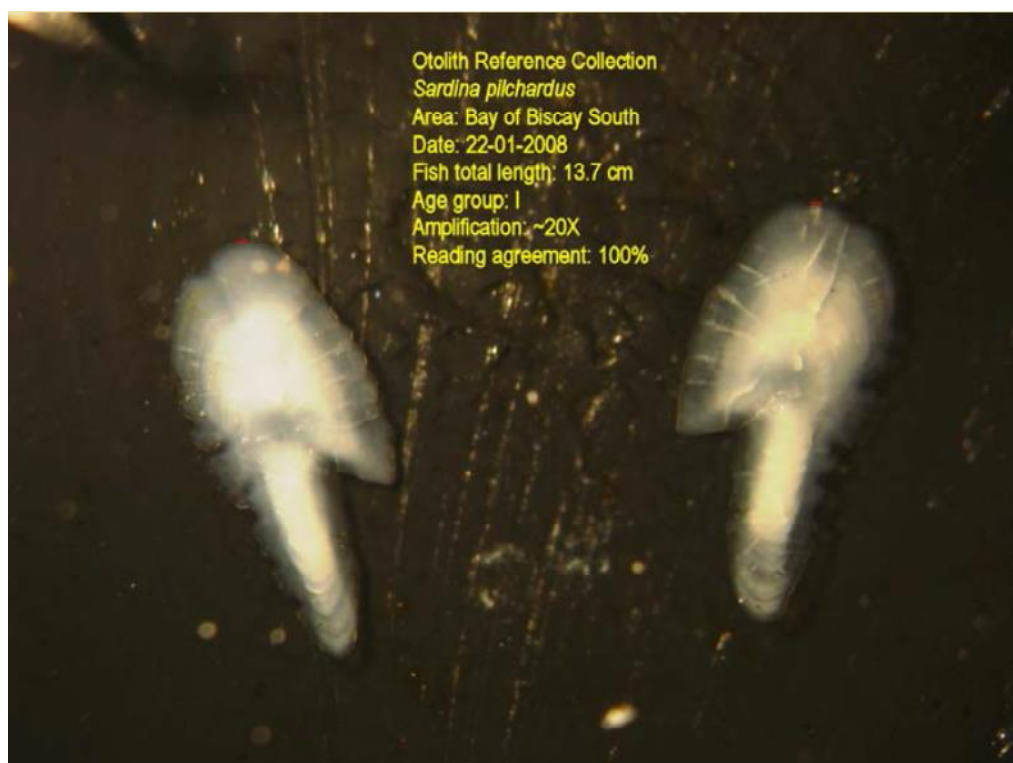
EDAD 8



EDAD 0



EDAD 1



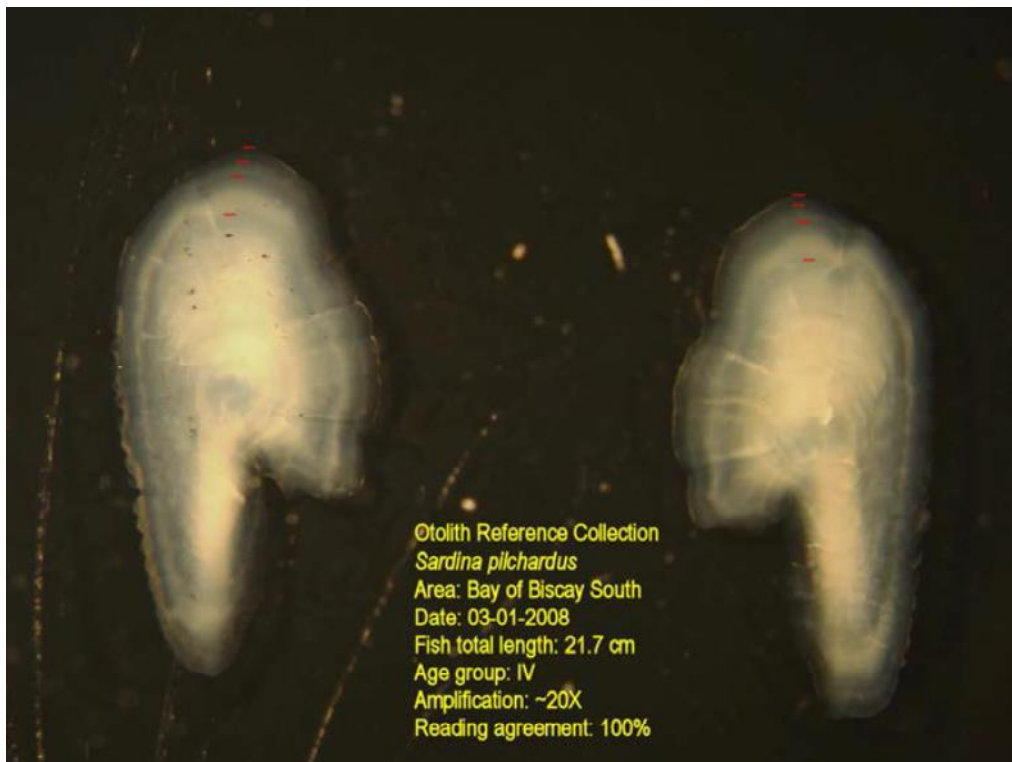
EDAD 2



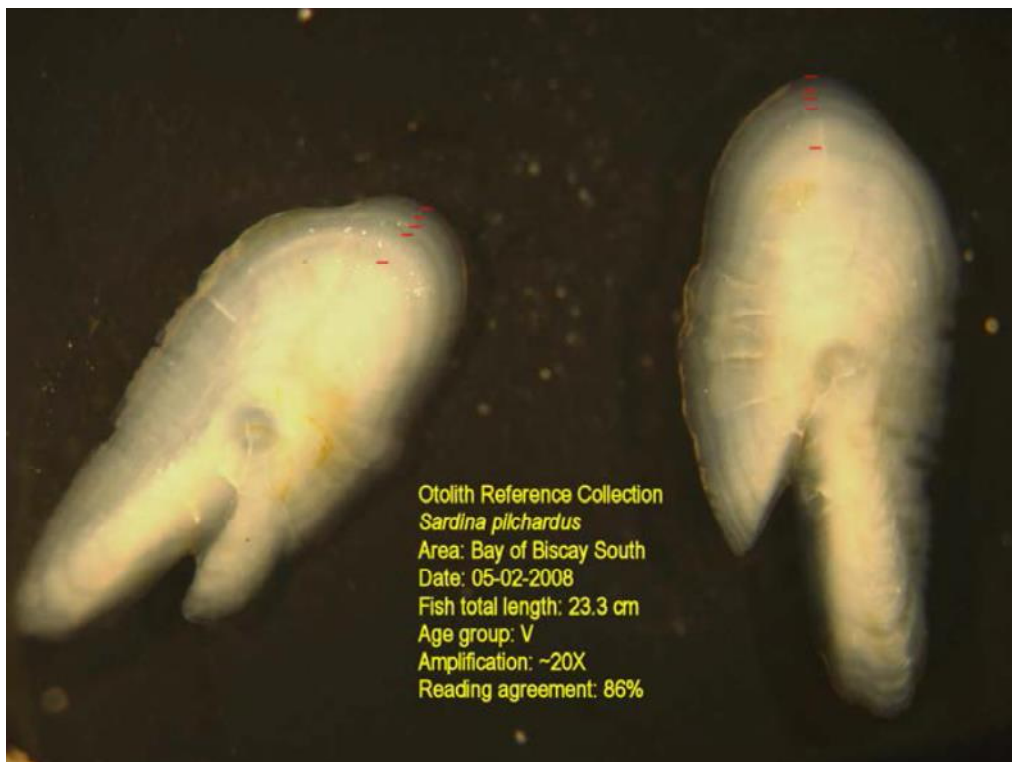
EDAD 3



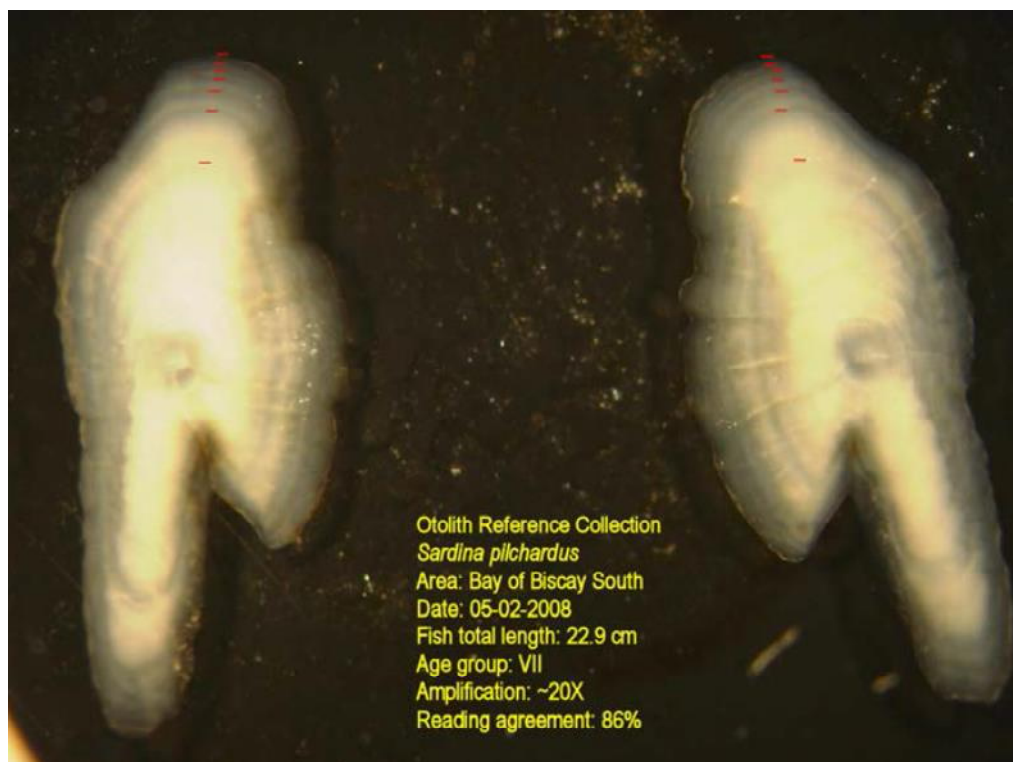
EDAD 4



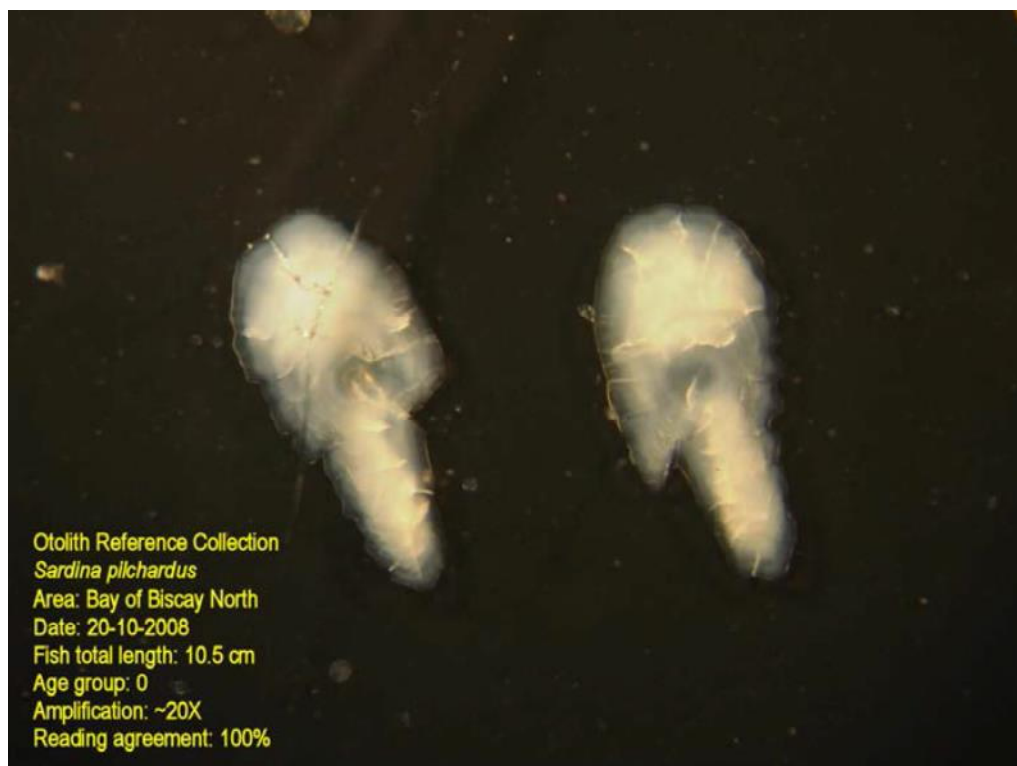
EDAD 5



EDAD 7



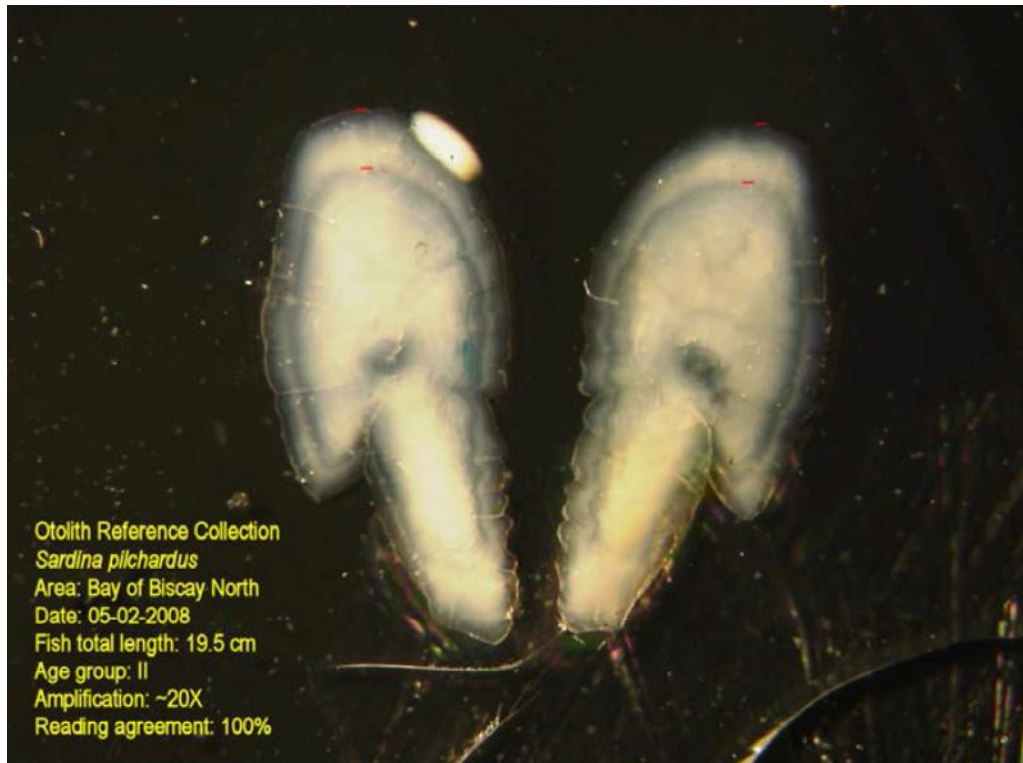
EDAD 0



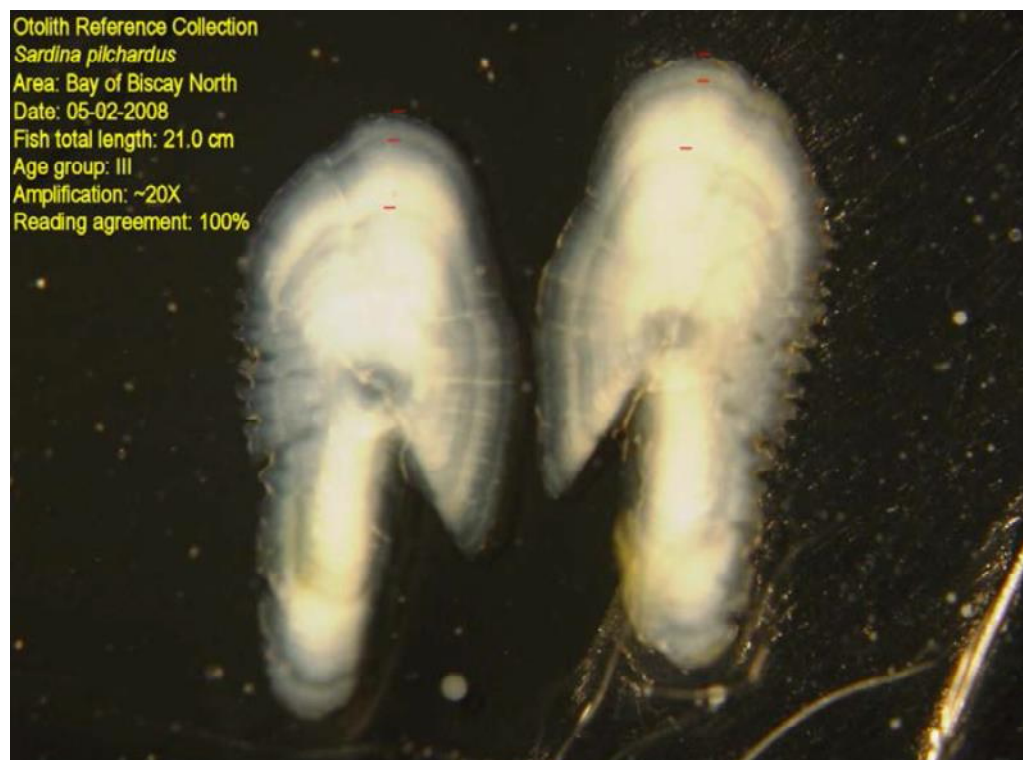
EDAD 1



EDAD 2



EDAD 3



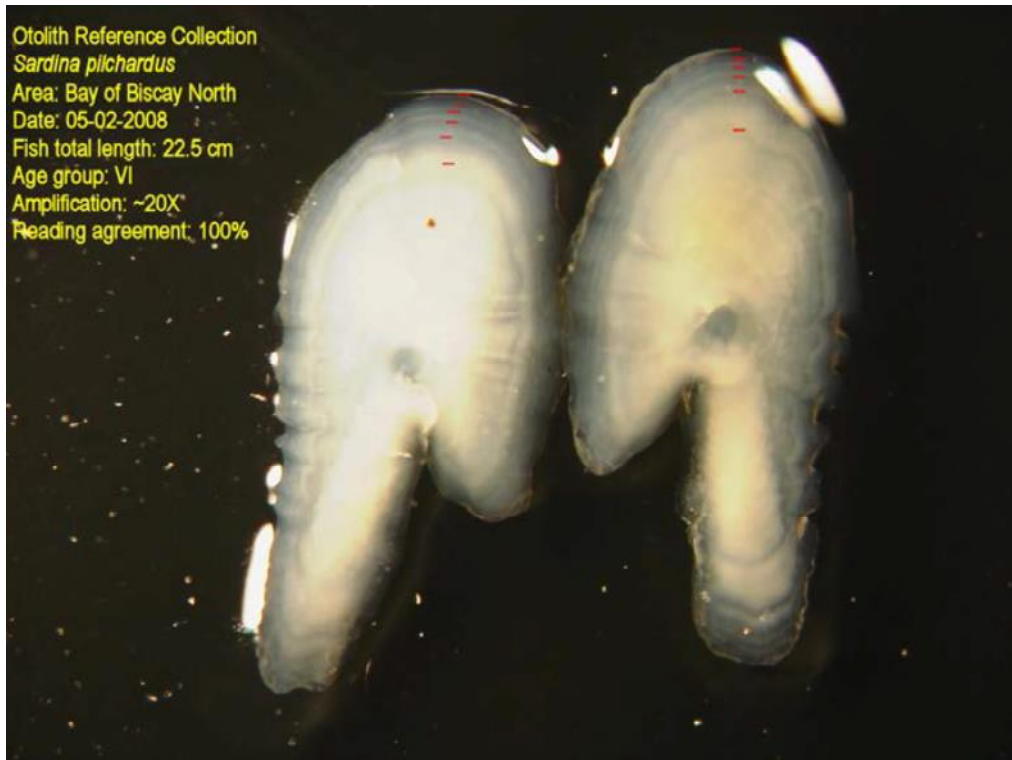
EDAD 4



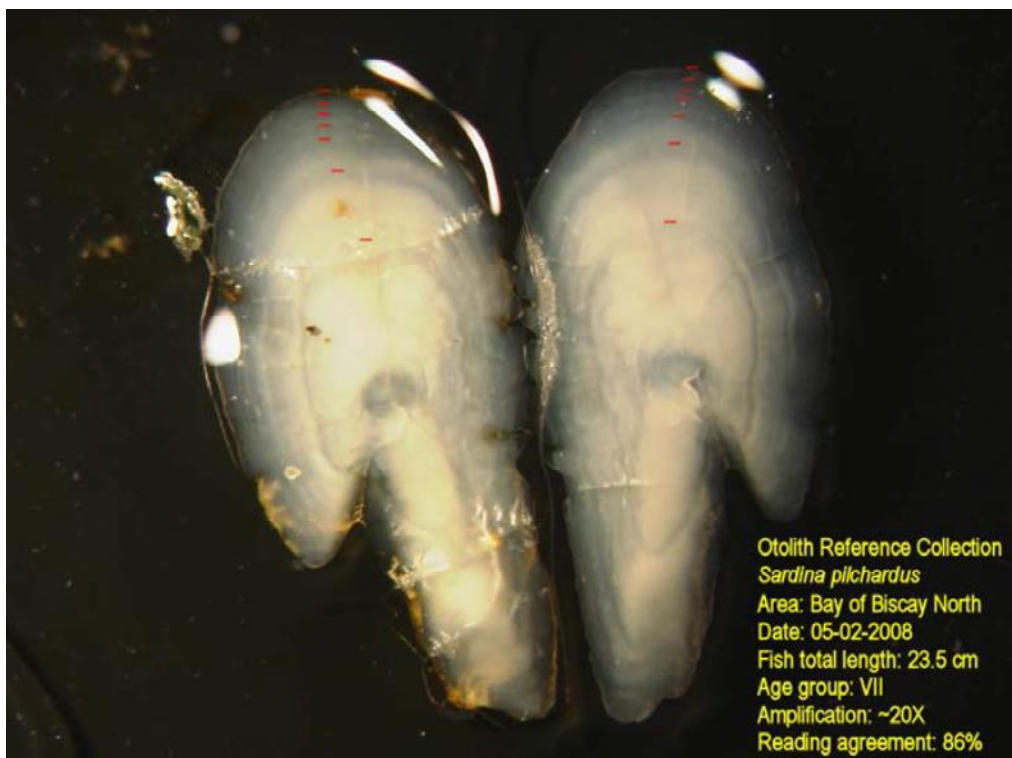
EDAD 5



EDAD 6



EDAD 7



8. Referencias

- Aleman, F. and Álvarez, F. 1994. Formation of initial daily increments in sagittal otoliths of reared and wild *Sardina pilchardus* yolk-sac larvae. Mar. Biol. , 121: 35-39.
- Álvarez, F., Porteiro, C., 1981. Growth studies of *Sardina pilchardus* (Walb.) in Galician waters (N.W. Spain). ICES C.M. 1981/H: 29. 9pp.
- Andreu, B., Plaza, M. L. F., 1962. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del NW de España. Inv. Pesq., 21: 49-95.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M., Christie, W.W., 1997. Seasonal changes in lipid composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). J. Food Sci., 62: 40-42.
- Coombs S.H., Smyth T.J., Conway, D.V.P., Halliday, N.C., Bernal, M., Stratoudakis, Y., Alvarez, P., 2006. Spawning season and temperature relationships for sardine (*Sardina pilchardus*) in the eastern North Atlantic. J. Mar. Biol. Ass. 86: 1245-1252.
- Culley, M. 1971. The Pilchard—Biology and Exploitation. Pergamon Press, Oxford. 242pp. (ICES, 2010)
- Ganias, K., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Machias, A., 2007. Factors affecting the spawning period of sardine in two highly oligotrophic Seas. Mar. Biol., 4: 1559-1569.
- ICES 2005. Workshop on sardine otolith age reading and biology. IPIMAR Lisbon, Portugal 27 June – 1 July, 2005
- ICES, 2008a. Report of the Workshop on Age Reading on Baltic Sprat (WKARBS). 17-20 March 2008, Klaipeda, Lithuania. ICES CM 2008/ACOM: 37, 24pp.
- ICES, 2008b. Report of the Workshop on Age Reading of Baltic Herring (WKARBH). 9–13 June 2008, Riga, Latvia. ICES CM 2008/ACOM: 36, 33pp
- ICES, 2009. Report of the Workshop on Age Reading of European Anchovy (WKARA). 9-13 November 2009 Sicily, Italy. ICES, CM 2009/ACOM: 43, 118pp
- ICES 2011. Report of the Workshop on Age Reading of European Atlantic Sardine (WKARAS). ICES CM 2011/ACOM:42
- ICES 2011a. Report of the Workshop of National Age Readings Coordinators (WKNARC), 5-9 September 2011, Boulogne-sur-Mer, France. ICES CM 2011/ACOM:45. 175 pp.
- ICES 2013. Report of the Second Workshop of National Age Readings Coordinator (WKNARC-2). ICES CM 2013/ACOM: 52
- Jorge, I., Monteiro, C., 1980. Preliminary results on the age and growth of *Sardina pilchardus* (Walb.) in sub-area IXa. ICES, C.M. 1980/H:38, 11pp.

Meneses, I., 2003. Estimación de Factores que Condicionam a Variabilidade do Recrutamento dos Peixes na Costa Atlântica da Península Ibérica. PhD Thesis, INIAP/IPIMAR. 260 pp.

Nunes, C., Silva, A., Soares, E., Gantias, K., 2011. The use of hepatic and somatic indices and histological information to characterize the reproductive dynamics of sardine from the Portuguese coast. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 3: 127–144.

Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H. and Wright, P.J. 2002. *Manual of Fish Sclerochronology*. IFREMER-IRD co-edition, Brest. 464 pp.

Parrish, R. H., Serra, R., Grant, W. S., 1989. The monotypic sardines, *Sardina* and *Sardinops*: their taxonomy, distribution, stock structure, and zoogeography. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 2019-2036. ICES, 2007

Pertierra, J. P., Morales-Nin, B., 1989. Sardine growth in the Catalan Sea (NW Mediterranean) determined by means of otolith interpretation and length frequency data. *Sci. Mar.*, 53: 821-826.

Silva, A., Carrera, P., Massé, J., Uriarte, A. D., Santos, M. B., Oliveira, P. B., Soares, E., et al., 2008. Geographic variability of sardine growth across the northeastern Atlantic and the Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 90: 56–69.

Solá, A., Franco, C., Lago de Lanzós, A., Motos, L., 1992. Temporal evolution of *Sardina pilchardus* (Walb.) spawning in the N-NW coast of the Iberian Peninsula. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 8(1): 97-114.

Southward, A.J., Boalch, G.T., Maddock, L., 1988. Fluctuations in the herring and pilchard fisheries of Devon and Cornwall linked to change in climate since the 16th century. *J. Mar. Biol. Ass.* 68: 423-445.

Stratoudakis, Y., Coombs, S., Lago de Lanzós, A., Halliday, N., Costas, G., Caneco, B., Franco, C., Conway, D., Santos, M. B., Silva, A., Bernal, M., 2007. Sardine (*Sardina pilchardus*) spawning seasonality in European waters of the northeast Atlantic. *Mar. Biol.*, 152: 201-212.

Villamor, B., Landa, J., Antolínez, A., Barrado, J., Dueñas, C., Hernández, C., Meijide, M., Navarro, M.R., Riveiro, I. 2015. Age determination procedures for pelagic and benthic species from ICES area in Spanish Institute of Oceanography (IEO). IEO internal Document. Repositorio IEO <http://hdl.handle.net/10508/9095>

Villamor, B., Landa, J., Antolinez, A., Barrado, J., Dueñas, C., Hernandez, C., Meijide, M., Navarro, M.R., Riveiro, I. 2016. Manual de Determinación de la edad de especies pelágicas y bentónicas del área del ICES. Documento Interno del IEO. Repositorio IEO